

Contenidos de Selenio en Fórmulas Infantiles y Estimación de la Ingesta Dietética de Lactantes en España

Navarro Blasco, Iñigo*, Alvarez Galindo, José Ignacio* y Villa Elízaga, Ignacio**

* Dpto. Química y Edafología. Universidad de Navarra. Pamplona.

** Dpto de Pediatría y Cirugía Pediátrica. Hospital General Universitario "Gregorio Marañón". Madrid.

Nº de páginas: 20

Nº de tablas: 4

Nº de figuras: 2

Enviar la correspondencia a:

Iñigo Navarro Blasco
Dpto de Química y Edafología
Fac. de Ciencias
Universidad de Navarra
Irunlarrea s/n
31.080 Pamplona (Navarra)

Tfno. 948 425600

Fax. 948 425649

Email: inavarro@unav.es

Contenidos de Selenio en Fórmulas Infantiles y Estimación de la Ingesta Dietética de Lactantes en España

Navarro Blasco I*, Alvarez Galindo JI* y Villa Elízaga I.**

* Dpto. de Química y Edafología. Universidad de Navarra. Pamplona.

** Dpto de Pediatría. Hospital Gregorio Marañón. Madrid.

RESUMEN

Los lactantes representan el grupo poblacional de mayor riesgo de padecer la deficiencia nutricional de selenio, considerándose un microconstituyente básico en la alimentación infantil. Su esencialidad viene determinada por el hecho de que su ingestión por debajo de las recomendaciones se traduce en una clara sintomatología de déficit.

Este estudio determina los valores de concentración de selenio en los diferentes tipos de fórmulas infantiles comercializadas en España, incluyendo preparados para lactantes en polvo como líquidas, tanto fórmulas lácteas como a base de aislado de soja.

La metodología empleada ha seguido un escrupuloso protocolo para evitar cualquier contaminación metálica durante el proceso de toma y tratamiento de la muestra. La digestión de las muestras se ha llevado a cabo con ácido nítrico subboiling en un sistema cerrado de microondas y bombas de digestión de teflón de alta presión. Los valores de concentración de selenio se ha determinado por espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado por inducción y generador de hidruros.

Los resultados obtenidos presentan, en términos generales, una amplia variabilidad dependiente de la fracción proteica contenida y son similares a los encontrados por otros autores en fórmulas europeas, asiáticas y americanas. Se expresan los niveles de concentración considerando su estado de agregación, comparativamente con los valores proporcionados por las casas comerciales.

Se ha calculado el porcentaje de satisfacción de la RDA de selenio en relación con la estimación realizada de la ingesta dietética teórica proporcionada por las fórmulas infantiles.

En general, las fórmulas infantiles investigadas cumplen las recomendaciones especificadas por los organismos pediátricos internacionales y la legislación europea, aunque algunas de ellas (formulas para toda la lactancia, adaptadas de inicio, especiales

sin lactosa y soja) proporcionan un aporte de selenio que no alcanza la RDA durante los primeros meses de vida del lactante, ocasionando un riesgo para la salud del neonato.

A la luz de los conocimientos actuales, parece oportuno recomendar la suplementación de las fórmulas infantiles con selenio, considerando la forma química utilizada mediante estudios de especiación química.

Palabras clave: Elementos traza, Nutrición infantil, RDA.

Contenidos de Selenio en Fórmulas Infantiles y Estimación de la Ingesta Dietética de Lactantes en España

Navarro Blasco I*, Alvarez Galindo JI* y Villa Elízaga I.**

* Dpto. de Química y Edafología. Universidad de Navarra. Pamplona.

** Dpto de Pediatría. Hospital Gregorio Marañón. Madrid.

SUMMARY

The need for essential trace elements by growth infant has been relatively well established. It has become obvious that the greatest health risks of selenium deprivation are to be found among infants.

This study has been carried out to determine the concentration of selenium in infant formulas sold commercially in Spain. The infant formulas investigated include powder or liquid, such as dairy and soya formulas.

A scrupulous and systematic approach was adopted to minimize every possible source of elemental contamination from the sampling step onwards. Digestion of samples was attempted with subboiling nitric acid in close system and microwave oven. Selenium concentration was determined by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES) with hydride generator was used.

The results obtained are similar to what was found by other authors in European, Asian and American formulas. Large variations in selenium concentration depending on the protein source were shown.

The theoretical intake of lactating infant has been established with infant formulas studied in relationship to the Recommended Dietary Allowances (RDA) of selenium.

Starter (adapted and non adapted), specialized without lactose and soya formulas provide an intake of selenium that don't reach the RDA to the first month of neonate life.

According to current information available, selenium supplementation of infant formula seems to be necessary. Speciation studies are required to characterize the different dietary forms and the optimum levels recommended

Keywords: Trace elements, Infant Nutrition and Recommended Dietary Allowances

INTRODUCCION

En la actualidad, la buena nutrición es, en sí, uno de los factores más importantes en el mantenimiento de la salud. Considerando la lactancia como el periodo de mayor demanda nutricional, y debido a que los lactantes tan solo reciben una única fuente de nutrientes, la leche materna o las fórmulas infantiles, es imprescindible suministrar los nutrientes esenciales en cantidad y calidad, con el fin de asegurar una ingesta adecuada a las necesidades del neonato (1).

La esencialidad de los oligoelementos en la nutrición infantil viene determinada por el hecho de que su ingestión por debajo de las recomendaciones se traduce en una clara sintomatología de déficit (2).

Los recién nacidos son el grupo de mayor riesgo de padecer la deficiencia nutricional de selenio considerándose un constituyente básico en la alimentación infantil, ampliamente estudiado e indudablemente conocido.

Su papel biológico lo realiza fundamentalmente formando parte de sistemas enzimáticos (glutación peroxidasa o iodotiroxina 5'deiodasa) y como componente principal de las selenioproteínas con un papel esencial en la protección contra el estrés oxidativo. Así mismo, se han descrito dos patologías endémicas en áreas geográficas deficientes que afectan principalmente a lactantes y niños, la enfermedad de Keshan y la de Kashin-Beck (3).

Los requerimientos nutricionales de selenio en la infancia se han calculado mediante extrapolación directa de los datos de animales de experimentación, considerando las ingestas de selenio en áreas con y sin deficiencia en este elemento, determinando su ingesta en niños sanos con alimentación natural, o experimentalmente, basándose en la saturación de la actividad de la glutación peroxidasa plasmática. De acuerdo con esta última estimación los requerimientos de selenio durante los 6 primeros meses de vida son de 5 µg/día. Posteriormente, el Food and Nutrition Board (FNB) de National Research Council (NRC) en 1991, extrapolando los valores recomendados para adultos en función del peso corporal y un factor arbitrario para el crecimiento, estableció el mínimo de selenio requerido (Recommended Dietary Allowance, RDA) en 10 µg/día para compensar el crecimiento (4).

Así mismo, Levander (5) establece indirectamente la ingesta óptima de este elemento y propone que las fórmulas infantiles deberían contener selenio suficiente para proporcionar 10 – 45 µg/día (14 – 63 µg/L).

Litov et al. (6) han encontrado que los niveles de selenio en niños recién nacidos se mantienen de forma similar si son alimentados con leche materna o con fórmulas infantiles, si estas contienen de 13 a 15 µg/L de selenio.

Recientemente el Comité conjunto de la OMS/FAO/IAEA (7) propone los límites mínimos de ingesta segura para una población normal, establece los requerimientos basales que se refieren a la ingesta necesaria para prevenir signos de deficiencia clínicos y patológicos atribuibles a su carencia, y estima los requerimientos normalizados como la ingesta necesaria para mantener el nivel de almacenamiento tisular; cuantificándolos ambos en: 3 y 6 µg/día para lactantes de 0 – 3 meses, 5 y 9 µg/día para 3 – 6 meses y 6 y 12 µg/día para los de 6 – 12 meses de edad.

El estudio aquí presentado, pretende determinar los valores de concentración de selenio en las fórmulas comercializadas en nuestro país comparándolas con las encontradas en otros países, las estimadas por las casas comerciales y las especificadas por los organismos pediátricos internacionales y la legislación europea.

Los cambios proteínicos en la formulación de los preparados para lactantes llevados a cabo durante estos últimos años, la clara influencia del medio geoquímico de procedencia de la materia prima utilizada y el empleo de la fórmula como único aporte de nutrientes durante los primeros meses de edad, justifican la necesidad del control analítico de las fórmulas infantiles comercializadas con la finalidad de su adecuación nutricional para asegurar los requerimientos de este micronutriente, y aún más si cabe, su acercamiento al modelo principal, la leche humana.

MATERIAL Y METODOS

Esta investigación contempla 82 fórmulas infantiles de 10 casas comerciales diferentes (8). Las fórmulas infantiles incluyen preparados en polvo o líquidos, tanto de fórmulas lácteas (Fórmulas para toda la lactancia (n = 4), Fórmulas adaptadas de inicio (n = 16), Fórmulas de continuación (n = 19), Fórmulas especiales - Sin lactosa (n = 7), Hipoalérgicas (n = 12) y Dietas para diversas patologías (n = 10) - y Fórmulas para prematuros (n = 7)) como a base de aislado proteico de soja (n = 7), para la alimentación en diferentes edades, regímenes alimenticios, situaciones patológicas o casos particulares.

Las diferentes muestras se consiguieron a través de los diferentes laboratorios comerciales, desechándose aquellas que no estaban en buen estado de conservación o fuera de los límites que marca su caducidad.

Toma de muestra

Antes de su apertura, se elimina el polvo de los envases, que contienen las fórmulas, con papel de tisue y agua de calidad Milli-Q. Los recipientes se abren en la campana de flujo laminar del cuarto limpio, utilizando guantes de vinilo sin talco (Rotiprotect[®], Carl Roth, Karlsruhe, Germany) y espátulas de polipropileno para realizar el muestreo.

La muestra de las fórmulas infantiles en polvo se recoge de la zona intermedia, evitando tomar la parte que ha estado en contacto con las paredes del recipiente. Las fórmulas infantiles líquidas se agitan vigorosamente antes de abrirlas. Para realizar su muestreo se desprecia la primera porción, almacenándose el resto en botes de polietileno, de donde se toma la alicuota empleada en el análisis.

Todo el material que se puso en contacto con las muestras, así como los envases empleados, son de polietileno de baja densidad (Plastibrand[®], Brand, Wertheim, Germany) y fueron previamente lavados en una solución de ácido nítrico (Merck, Darmstadt, Germany) al 5 % durante seis días y posteriormente enjuagados tres veces con agua ultrapura antes de su utilización.

Preparación de la muestra

Las muestras de fórmula infantil fueron pesadas (0,300 g. aproximadamente) en una balanza de precisión (AND, ER 180 A), mediante el uso de un pesa sustancias de polietileno. Cada muestra se transfirió al vaso de descomposición, donde fue tratada con 4 ml de ácido nítrico concentrado ultrapuro (70 %) (Merck, Darmstadt, Germany), obtenido previamente mediante destilación "subboiling" (bajo el punto de ebullición). La digestión de las muestras se llevó a cabo en bombas de digestión de teflón de alta presión, utilizándose un equipo que emplea la energía de las microondas para su puesta en solución (Milestone MLS 1200). Una vez digerida y tras el enfriamiento de la bomba, cada muestra se transfirió a un matraz de 10 ml con la ayuda de un embudo de polipropileno, recogiendo los restos de la digestión con varias porciones de agua ultrapura. Las muestras ya preparadas, se conservaron en botes de polietileno a 4°C hasta su posterior lectura.

Determinación de selenio

La concentración de selenio en fórmulas infantiles se ha determinado por espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado por inducción (EEA-ICP, Jobin Ivon Y38 Plus Sequential) con generador de hidruros.

La determinación del contenido de selenio se ha realizado procesando cada fórmula infantil por triplicado.

Se ha empleado el patrón A11 (OIEA) como material estándar de referencia para establecer el control de calidad de las determinaciones realizadas con ambas técnicas. El patrón A11 se sometió a las mismas operaciones realizadas con las muestras de fórmulas infantiles para garantizar la exactitud y precisión del método analítico, encontrándose un valor de $34,14 \pm 7,97$ ng/g ($n = 6$) (valor certificado: $33,9 \pm 7,97$ ng/g, rango: 26,7 – 41,1 ng/g).

Métodos estadísticos

La estadística de los resultados se ha realizado con el programa informático SPSS v. 9.0 para Windows.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Contenidos de selenio determinados

La Tabla 1 presenta los valores medios y rangos de concentración del contenido de selenio en las fórmulas infantiles investigadas.

Es significativa la notoria variabilidad existente en los niveles de selenio aportados por los diferentes elaborados comerciales, no pudiéndose relacionar claramente la dependencia de los valores de concentración con los distintos tipos de fórmulas infantiles establecidos según la clasificación estándar de los preparados para lactantes.

Posiblemente dicha variabilidad de contenido es consecuencia del diferente origen geográfico de la leche empleada como materia prima, el procesamiento industrial efectuado y las condiciones empleadas en su manufacturación.

El selenio contenido en la fórmula infantil proviene fundamentalmente de la fracción proteínica empleada en su elaboración. La tendencia actual de reducir el contenido proteínico y remplazar la proteína de tipo caseínico por seroproteínas para asemejar más aun en lo posible al perfil nutritivo de la leche humana ha supuesto una

reducción en el contenido intrínseco de selenio desde su fuente principal en la fórmula infantil.

Fundamentalmente, las proteínas contenidas en la fracción sérica de la leche de vaca poseen valores más bajos de selenio que la fracción caseínica. Sin embargo, en términos generales al igual que en la leche humana, surgen grandes variaciones dependiendo del medio geoquímico. A este hecho se debe añadir que el procesamiento y la técnica empleada en la separación y manipulación proteínica puede incidir claramente en el contenido final de selenio aportado a la fórmula infantil.

Todos estos factores pueden explicar, por sí mismos, la amplia variabilidad de los valores de concentración hallados en este estudio.

La mayoría de las investigaciones concluyen amplias variaciones en los contenidos, incluso entre los diferentes lotes del mismo producto, observándose en muy pocos casos el análisis de fórmulas suplementadas. Aunque, globalmente el rango de concentración encontrado en este estudio es similar al determinado por otros investigadores americanos y europeos e inferior al de preparados asiáticos (9-22), (Tabla 2).

Los mayores valores medios de concentración de selenio, al igual que las fórmulas europeas, son los encontrados en las fórmulas infantiles para prematuros ($15,6 \pm 9,5 \mu\text{g/L}$), presentando el valor de rango mínimo más alto ($10,2 \mu\text{g/L}$); dicho valor puede ser consecuencia de la necesidad de su inclusión como nutriente esencial recomendado por varios organismos pediátricos internacionales y el mayor control observado en su preparación. Por el contrario, las fórmulas de soja contienen niveles más bajos ($6,7 \pm 2,6 \mu\text{g/L}$), aportando el menor intervalo de concentración ($2 - 10 \mu\text{g/L}$).

Es significativo el amplio rango de concentración encontrado en las fórmulas hipoalérgicas ($14,4 \pm 9,9 \mu\text{g/L}$; rango: $5,7 - 37,2$). Este grupo engloba fundamentalmente dos tipos de fórmulas dependiendo del hidrolizado proteínico contenido. Las fórmulas hipoalérgicas con seroproteínas hidrolizadas presentan un intervalo de concentración más amplio ($n = 7$; rango: $5,7 - 37,2$; $17,0 \pm 11,9 \mu\text{g/L}$) que el aportado por las compuestas por un hidrolizado de caseína ($n = 5$; rango: $6,0 - 17,4$; $10,8 \pm 5,5 \mu\text{g/L}$), concluyendo el mayor aporte de selenio en las fórmulas preparadas con proteínas hidrolizadas y a su vez un mayor enriquecimiento de las proteínas séricas frente a las caseínicas.

Así mismo, cabe reseñar el más elevado contenido presente en las fórmulas de continuación ($11,6 \pm 7,2 \mu\text{g/L}$) frente a las fórmulas de inicio o para toda la lactancia ($9,2 \pm 3,3 \mu\text{g/L}$ y $9,6 \pm 6,0 \mu\text{g/L}$, respectivamente), como consecuencia del empleo de leche descremada y entera, fuente principal de proteína empleada en la manufacturación de la mayoría de las fórmulas investigadas para lactantes a partir de 5 meses.

Por tanto, se puede concluir que la variabilidad observada en los contenidos de selenio de las fórmulas investigadas no está relacionada con el tipo de fórmula infantil sino que depende del selenio intrínseco procedente de la materia prima proteínica empleada en la elaboración de la fórmula.

Valores garantizados por las casas comerciales y hallados en esta investigación

Las casas comerciales expresan el contenido de algunos elementos traza esenciales en el etiquetado de los preparados infantiles, siendo tan solo unos pocos los que informan del contenido en selenio. Es por ello de suponer que probablemente no es adicionado durante el proceso de fabricación en la práctica totalidad de las fórmulas estudiadas.

Con fines meramente informativos, la Tabla 3 expresa los valores de concentración de selenio hallados en los distintos tipos de fórmulas investigadas considerando su estado de agregación, comparativamente con los valores estimados por los datos proporcionados por las casas comerciales en sus envases.

No se han encontrado niveles de significación estadística con respecto a los valores de concentración, aunque cabe reseñar que muchas fórmulas no especifican su contenido en selenio con lo que el test estadístico tiene un valor limitado. En todo caso, es posible concluir que los intervalos de concentración aportados por el etiquetado solapan en un amplio margen con los determinados.

Estimación de la ingesta dietética

La última recomendación del Life Sciences Research Office (LSRO) de la American Society for Nutrition Sciences (23), expresa un contenido mínimo de $10 \mu\text{g/L}$ y máximo de $33 \mu\text{g/L}$, considerando los valores de concentración hallados en leche materna de países donde no se ha encontrado deficiencia nutricional de este elemento y estableciendo una razonada estimación de la biodisponibilidad de las fórmulas infantiles. El nivel superior es similar a los valores más altos determinados en la leche humana, encontrándose muy lejos de las ingestas asociadas con el desarrollo de

seleniosis. Como expresa la Tabla 1, los valores de concentración determinados en este estudio se encuentran dentro de los niveles recomendados.

Además, es conveniente calcular el aporte dietético de selenio a través de las fórmulas infantiles estudiadas y comparar lo con los valores recomendados. Para ello, se ha calculado el porcentaje de satisfacción de la RDA establecido para los oligoelementos estudiados en cada periodo de edad del lactante y considerando por separado el caso especial de los prematuros.

Para hacer estos cálculos teóricos se han considerado las concentraciones de elementos traza encontradas, así como las dosificaciones expresadas por los fabricantes, especificadas para cada fórmula infantil, que establecen el número de tomas diarias y la medida en peso o volumen para cada una de ellas, en función de la forma física del preparado.

Los requerimientos dietéticos del lactante de selenio establecidos por el NRC, basándose en los valores del adulto, son de 10 µg/día desde el nacimiento hasta los 6 meses de edad y de 15 µg/día durante el segundo semestre de vida (4).

La mayoría de las fórmulas infantiles proporcionan ingestas de selenio cercanas a la RDA (Figuras 1 y 2). Tan sólo las fórmulas especiales hipoalérgicas aportan unos valores de ingesta superior que el recomendado durante todo el primer año de vida (10,2 – 21,1 µg/día; 0 – 2 semanas – 6 meses, respectivamente). Es necesario señalar que las fórmulas de continuación proporcionan por sí mismas suficiente selenio como para garantizar la ingesta diaria mínima.

Sin embargo, tal como se puede apreciar en las Figuras 1 y 2, las fórmulas para toda la lactancia, las adaptadas de inicio y las especiales sin lactosa, aportan una muy baja ingesta en el periodo 0 – 4 semanas de edad, consiguiendo aproximarse a los requerimientos a partir del 2 – 3 mes de edad.

Los lactantes alimentados exclusivamente con las fórmulas de soja incluídas en este estudio, recibirían una ingesta deficitaria de selenio que no alcanza los requerimientos estimados durante todo el periodo de la lactancia (40 – 79 %).

La Tabla 4 recoge la ingesta dietética teórica de selenio aportada por las fórmulas para prematuros y lactantes de bajo peso. Los contenidos se han estimado considerando el peso del lactante en función de las especificaciones orientativas pediátricas y de algunas casas comerciales.

Aunque el selenio debe incluirse en las fórmulas para los lactantes prematuros, la European Society of Pediatric Gastroenterology and Nutrition (ESPGAN) comenta

que, basándose en los conocimientos actuales, no es posible hacer recomendaciones específicas (24). El NRC tampoco establecen ningún valor especificado para dichos lactantes. Las fórmulas para prematuros contempladas en este estudio proporcionan ingestas dietéticas que cumplen los requerimientos para lactantes a término y son superiores a las ingeridas por éstos con las fórmulas para toda la lactancia y las adaptadas de inicio.

En conclusión, algunas de las fórmulas infantiles contempladas en esta investigación podrían proporcionar una ingesta muy por debajo de la recomendación, valores de incluso un tercio o un cuarto de los niveles establecidos en la RDA de selenio. Así mismo, las fórmulas infantiles investigadas con altos contenidos de selenio no alcanzan el límite superior establecido por Levander (63 µg/L) que proporciona una ingesta máxima admisible de 45 µg/día (5).

La ESPGAN en sus pautas sobre nutrición infantil, sugiere que no se adicionen sales de selenio, de forma rutinaria, a las fórmulas para lactantes por su posible toxicidad, aunque sí deben incluirse en las fórmulas para lactantes pretérminos. Sin embargo, los actuales estudios de toxicidad y considerando el rango de seguridad permitido entre los niveles máximos y mínimos (un margen de 4,5 veces), parece oportuno recomendar su introducción en las fórmulas para lactantes. La Directiva de la Comisión de las Comunidades Europeas 96/4/CE relativa a los preparados para lactantes y preparados de continuación, establece un límite máximo de 22,5 µg/L en las fórmulas infantiles con sales de selenio suplementadas y permite tan solo la adición de sales sódicas de seleniato o selenito (25).

A la luz de las investigaciones realizadas, parece conveniente suplementar las fórmulas infantiles con selenio, para que éstas sigan las pautas de los contenidos en la leche materna, aunque se debe considerar que no todas las fuentes de selenio son equivalentes en cuanto a su biodisponibilidad nutricional. Es por ello, que considerando los niveles recomendados de selenio que deben proporcionar las fórmulas infantiles y, además, su bajo contenido en este elemento y su menor grado de biodisponibilidad en comparación con la leche humana, es necesario establecer y estandarizar el contenido y la forma química, mediante estudios de especiación química (26), más adecuada de las fórmulas infantiles para cubrir los requerimientos de todos los lactantes.

BIBLIOGRAFIA

1. Chandra RK, ed. Trace Elements in Nutrition of Children. Raven Press, New York. 1985.
2. Nielsen, FH. Trace and ultratrace elements in health and disease. *Comprehensive Therapy*, 1991; 17(3): 20-6.
3. Navarro, I. Villa, A. Martín. Elementos traza. Hernández M., Sastre A. y Entrala A. eds. En: Tratado de Nutrición. Díaz Santos. Madrid. 1999:229-48.
4. NRC. National Research Council, Food and Nutrition Board. Raciones dietéticas recomendadas. 1ª edición española de la 10ª edición original (Recommended dietary allowances). National Academy Press, Washington, D.C. 1991.
5. Levander OA. Upper limit of selenium in infant formulas. *J Nutr*. 1989; 119: 1869-73.
6. Litov RE, Sickles VS, Chan GM, Harget IR y Cordano A. Selenium status in term infants fed human milk or infant formula with or without added selenium. *Nutr Res*. 1989; 9: 585-96.
7. OMS/FAO/IAEA. Organización Mundial de la Salud - Food and Agriculture Organization – International Atomic Energy Agency. Trace elements in human nutrition and health. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 1996.
8. Navarro I. Oligoelementos en la alimentación infantil. Fórmulas infantiles. Tesis Doctoral. 1995.
9. Brätter P. Essential trace elements in the nutrition of infants. Nève J., Chappuis P. y Lamand M. , eds. En: Therapeutic Uses of Trace Elements. Plenum Press. New York y London. 1996: 59-62.
10. Jochum F, Fuchs A, Cser A, Menzel H y Lombeck I. Trace mineral status of full-term infants fed human milk, milk-based formula or partially hydrolysed whey protein formula. *Analyst*. 1995; 120: 905-9.
11. Zabel NL, Hardland J, Gormican AT y Ganther HE. Selenium content of commercial formula diets. *Am J Clin Nutr*. 1978; 31: 850-8.
12. Lombeck I, Kasperek K, Bonnermann B, Feinendegen LE y Bremer HJ. Selenium content of human milk and cow's milk infant formulas. *Eur J Pediatr*. 1978; 129: 139-49..
13. Alegría A, Barberá R, Farré R, Lagarda MJ y Lorente R. Selenium content in infant formulas and estimation of the intake of bottlefed infants. *Die Nahrung*. 1995; 39: 237-40.

14. Kumpulainen J, Salmenpera L, Simes MA, Koivistoinen P, Lehto J y Perheentupa J. Formula feeding results in lower selenium status than breast feeding or selenium supplementation formula feeding: a longitudinal study. *Am J Clin Nutr.* 1987; 45: 49-53.
15. Bougle D, Voirin J, Bureau F y Duhamel JF. Apports en oligoéléments des formules lactées destinées aux prématurés. *Arch Fr Pediatr.* 1990; 47: 545.
16. Sumar S, Kondza B y Foster LH. Selenium levels in preterm infant formulae and breast milk from the United Kingdom: A study of estimated intakes. En: *Trace Elements in Man and Animals n° 9 (TEMA9)*. Fischer P.W.F., L'Abbe M.R., Cockell K.A. y Gibson R.S, eds. NRC Research Press, Ottawa, Ontario (Canadá). 1996: 282-3.
17. Gergely A, Tekes M, Milotay K y Biro G. Selenium and aluminium in Hungarian nutrition. En: *Trace Elements in Man and Animals*, vol 7. Moncilovic B, ed. Institute of Medical Research and Occupational Health, Zagreb. 1991: 226-7.
18. Al-Saleh I y Al-Doush I. Selenium levels in infant milk formula. *BioMetals.* 1997; 10: 299-302.
19. Tamari Y, Kim ES y Lee KH. Selenium content of infant formulas and estimated intake of infants in Japan and Korea. *J Food Sci. Nutr.* 1998;3(3): 260-6.
20. L'Abbe MR, Trick KD y Koshy A. The selenium content of canadian infant formulas and breast milk. *J Food Composition Anal.* 1996; 9: 119-26.
21. Picciano MF. Trace elements in human milk and infant formulas. En: *Trace Elements in Nutrition of Children*. Chandra RJ, ed. Raven Press, New York. 1985: 157-74.
22. Smith AM, Cham GM y Laurie MD. Selenium status of preterm infants fed human milk, preterm formula or selenium-supplemented preterm formula. *J Pediatr.* 1991; 119: 429-33.
23. Raiten, DJ, Talbot JM y Waters JH, eds. Assesment of nutrient requirements for infant formulas. *J Nutr.* 1998; 128(11S): 2059S-2294S.
24. ESPGAN. European Society of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. Committee on Nutrition. Nutrition and feeding of preterm infants. *Acta Paediatr. Scand.* 1987; suppl. 336: 1-14.
25. Directiva 96/4/CE. Directiva de la comisión de 16 de febrero de 1996 por la que se modifica la Directiva 91/321/CEE relativa a los preparados para lactantes y

preparados de continuación. Diario Oficial de las Comunidades Europeas de 28.2.1996; 49: 12-16.

26. Brätter P, Navarro I, Negretti de Brätter V, Raab A. Speciation as an analytical aid in trace element research in infant nutrition. Analyst. 1998; 123 (5): 821-6.

Tabla 1. Contenido de selenio ($\mu\text{g/L}$) en los distintos tipos de fórmulas infantiles investigadas

Fórmula	Selenio		
	n	Media \pm SD	Rango
F. para toda la Lactancia	4	9,3 \pm 6,0	2,9 – 17,3
F. de Inicio	16	9,2 \pm 3,3	3,4 – 15,2
F. de Continuación	19	11,6 \pm 7,2	4,0 – 30,5
F. Especiales			
Sin lactosa	7	9,9 \pm 5,5	3,4 – 18,7
Hipoalérgica	12	14,4 \pm 9,9	5,7 – 37,2
Dietas diversas patologías	10	12,9 \pm 5,3	5,1 – 21,3
F. de Soja	7	6,7 \pm 2,6	1,5 – 9,8
F. Prematuros	7	15,6 \pm 9,5	10,2 – 36,2

Tabla 2. Contenido de selenio en fórmulas infantiles de diferentes países

País	Referencia	n	Fórmula	Se (µg/L)
Alemania	Brätter, 1996 (9)	60	Lácteas	10 – 49
		35	Prematuros	16 - 45
	Jochum et al., 1995 (10)	60	Lácteas	6,1 ± 1,9
		23	HA	5,9 ± 0,6
	Zabel et al., 1978 (11)	-	Lácteas	1,36 – 13,7*
	Lombeck et al., 1978 (12)	62	Lácteas	2,5 – 23,9*
España	Alegría et al., 1995 (13)	8	Lácteas	5,3 – 15,2
		20	Continuación	5,7 – 13,3
		2	Sin lactosa	15,3
		2	Soja	17,2
Finlandia	Kumpulainen et al., 1987 (14)	42	Lácteas	3 – 5
Francia	Bougle et al., 1990 (15)	6	Prematuros	7 - 12
Gran Bretaña	Sumar et al., 1997 (16)	2	Lácteas	3,2 – 13,0*
		3	Prematuros	4,8 – 13,3*
		4	Soja	2,0 – 13,7*
Hungría	Gergely et al., 1991 (17)	-	Lácteas	4 - 20
Arabia Saudí	Al-Saleh y Al-Doush, 1997 (18)	24	Lácteas	26 - 68
Corea	Tamari et al., 1998 (19)	18	Lácteas	9,1 ± 1,8*
		1	Sin lactosa	5,1*
		3	Soja	3,7 ± 2,3*
Japón	Tamari et al., 1998 (19)	20	Lácteas	7,7 ± 3,2*
		6	HA	3,8 ± 1,7*
		4	Sin lactosa	4,4 ± 1,2*
		1	Prematuros	6,1*
		3	Soja	5,2 ± 1,4*
Canadá	L'abbe et al., 1996 (20)		Lácteas	4 – 21
			Láct. Suplem.	16 – 35
			Soja	2,7 – 5,5
Estados Unidos	Picciano, 1985 (21)	-	Lácteas	5 - 10
	Smith et al., 1991 (22)	20	Lácteas	6,7 ± 1,4

*Expresado por los autores en peso, transformado considerando una dilución del 14%

Tabla 3. Niveles de concentración de selenio ($\mu\text{g/L}$) en los distintos tipos de fórmulas infantiles investigadas dependiendo del estado de agregación y valores aportados por las casas comerciales

Fórmula	Polvo				Líquida			
	n	Determ.	n	Fabric.	n	Determ.	n	Fabric.
F. toda Lactancia	3	$10,0 \pm 7,2$	-	-	1	8,1	-	-
F. Inicio	12	$9,3 \pm 3,4$	3	$13,1 \pm 4,0$	4	$8,9 \pm 3,5$	-	-
F. Continuación	13	$10,9 \pm 5,6$	-	-	6	$13,0 \pm 10,4$	-	-
F. Especiales								
Sin lactosa	7	$9,9 \pm 5,5$	1	15,4	-	-	-	-
Hipoalérgica	10	$14,1 \pm 10,9$	5	$14,7 \pm 0,7$	2	$16,1 \pm 1,9$	-	-
Dietas div. Patol.	10	$12,9 \pm 5,3$	8	$16,0 \pm 10,3$	-	-	-	-
F. de Soja	7	$6,7 \pm 2,6$	2	$9,0 \pm 7,1$	-	-	-	-
F. Prematuros	6	$16,5 \pm 10,1$	1	74,2	1	10,6	-	-
Total	68	$11,3 \pm 6,8$	20	$17,4 \pm 15,1$	14	$11,7 \pm 7,2$	-	-

Tabla 4. Ingesta dietética diaria de selenio ($\mu\text{g}/\text{día}$) aportada por las fórmulas para lactantes pretérmino en función del peso corporal (Kg).

Peso	Selenio
2,0 – 2,5	7,8
2,5 – 3,0	7,8
3,0 – 3,5	10,0
3,5 – 4,0	11,2
4,0 – 5,0	13,9

Figura 1. Porcentajes de satisfacción de la RDA de selenio con las fórmulas lácteas (Continuación, toda la lactancia, adaptadas de inicio) y de soja investigadas

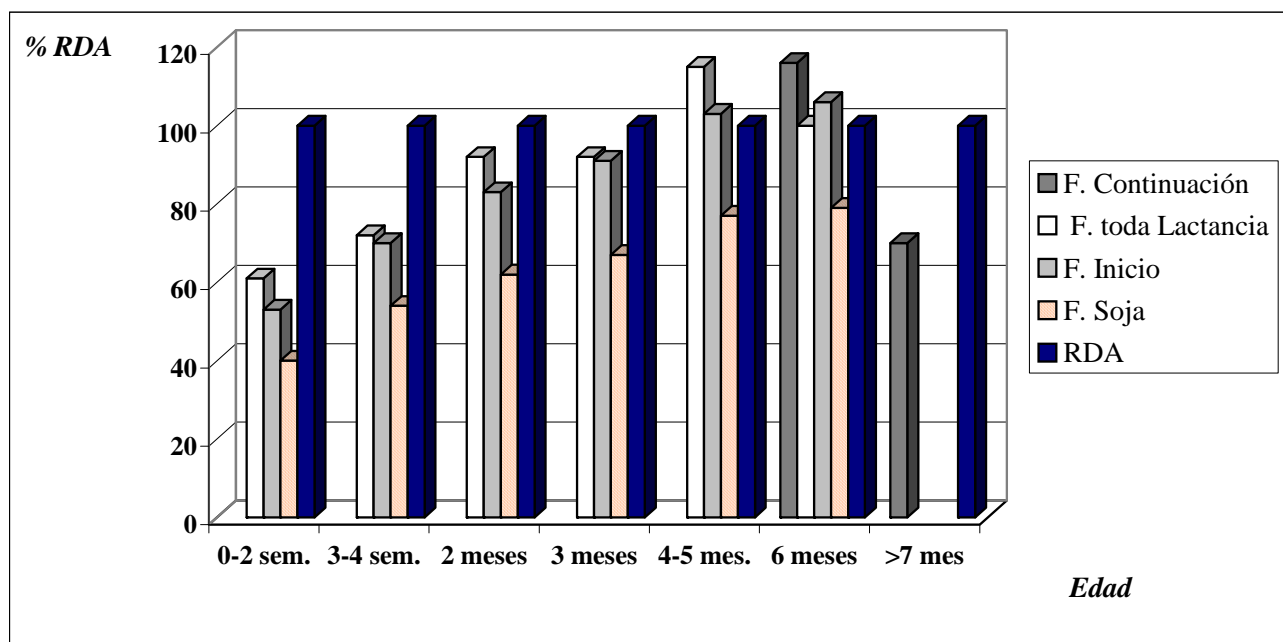


Figura 2. Porcentajes de satisfacción de la RDA de selenio con las fórmulas especiales (Sin lactosa, hipoalérgicas y dietas para diversas patologías) investigadas

